

cnr8
(758)

RÉPUBLIQUE UNIE DU CAMEROUN
MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE ET DU PLAN
PROVINCE DE L'EST



RECONNAISSANCE DE SITES ARACHIDIERS

RÉGION DE BERTOUA

S. GUILLOBEZ - 1979

U.N.E.F.I.C.O.

Universal Engineering and Finance Corporation

INTRODUCTION

BUT DE L'ÉTUDE

L'objectif de cette reconnaissance *morphopédologique* était de localiser des unités de production aptes à la culture de l'*arachide* ; d'autres spéculations étant également envisagées : le *sésame* essentiellement, *riz pluvial*, *manioc* et *maïs* éventuellement.

Toutes ces cultures devant être mécanisées, les plantes oléagineuses servant à alimenter une huilerie qui serait située à BERTOUA, il était nécessaire de trouver de grandes parcelles, à proximité de cette ville. La présence de grandes savanes à l'Est de BERTOUA était à priori un facteur favorable.

Les normes suivantes étaient proposées pour cette étude :

- La reconnaissance s'effectuera à partir de BERTOUA en zone non forestière,
- la superficie à étudier couvrira 1000 km²
- une dizaine d'unités de production d'une superficie de 500 à 1000 ha chacune, devront être localisées sur une carte topographique au 1/200.000
- ces unités de production devront être le plus proche possible de BERTOUA avec un maximum de 50 km de distance.

Il était également demandé que soient :

- décrits les principaux types de paysage avec leur organisation pédologique observés dans les secteurs retenus,
- précisées les études pédologiques à effectuer ultérieurement,
- examinées, en collaboration avec l'agronome du projet, les cultures possibles.

LOCALISATION

Les zones étudiées se situent à l'Est de BERTOUA chef-lieu de la province de l'Est. Elles sont comprises à partir du carrefour de MANDJOU entre :

la route qui va à BETARE-OYA, jusqu'à MBOULAYE au N.W.

le cours supérieur du marigot KOUBOU au N.E.

une ligne droite parallèle aux méridiens à la hauteur du village de LAY à l'Est

une ligne parallèle à la route BERTOUA-BATOURI, située à une dizaine de kilomètres au Sud de celle-ci.

Les limites extrêmes de ce polygone sont comprises entre :

- . 13°44 et 14°05 de longitude Est ;
- . 4°23 et 4°53 de latitude Nord.

CONDUITE DE L'ÉTUDE

Sur le terrain l'étude a duré 5 semaines (Août et Septembre 1979) ; elle a été finalement divisée en deux phases.

Une *grande reconnaissance* a été effectuée lors de la première semaine avec l'agronome du projet, sur l'ensemble du périmètre. Tous les petits chemins existants ont été parcourus.

Au cours de cet inventaire rapide, il a été possible d'observer et de comprendre l'organisation des différents types de paysage rencontrés, en tenant compte (à des niveaux de perception variés) de critères d'abord *géomorphologiques* (physiographie, modelé, morphogénèse), *hydrologiques* et *floristiques*, puis *pédologiques*. Cette approche à la fois globale et spécifique a permis de distinguer deux types de paysages bien différents :

- Au Nord, le long de la route de BETARE-OYA, un *paysage de collines et de croupes très érodées, comprenant de nombreux reliefs résiduels*, assez boisé où alternent îlots forestiers et savanes arbustives et arborées. Un réseau hydrographique très dendritique y prend naissance. Les sols sont souvent peu épais et très caillouteux (quartz ou débris de cuirasses ou de carapaces ferrugineuses).

- Au Sud, en contre-bas des collines, un *paysage de longues croupes peu ou moyennement érodées, localement gravillonnaires*. Les pentes longitudinales sont faibles. La végétation est une savane surtout herbacée, devenant arbustive voire localement franchement boisée vers l'Ouest. Les marigots très linéaires ont pratiquement tous une direction générale NW-SE. Une forêt dense, mais très étroite borde le plus souvent la végétation de *Raphia* caractéristique de ces bas-fonds. Sur le sommet des croupes les sols sont fréquemment profonds et bien structurés, alors que sur les versants les plus pentus ils sont gravillonnaires et carapacés. Ces interfluves présentent tous le même type d'organisation générale.

C'est dans la partie Sud que la *prospection* proprement dite a été conduite. En fonction des facilités d'accès qu'il procurait, l'axe BERTOUA-BATOURI a été privilégié. D'abord une séquence établie sur un interfluve a permis de vérifier l'hypothèse émise lors de la phase de reconnaissance, puis la prospection a été effectuée de façon plus systématique en parcourant toutes les croupes et surtout leurs sommets.

Les photographies aériennes existantes (panchromatiques 1951-52, échelle 1/50 000) peu contrastées s'avèrent peu utiles en ce qui concerne

les sols (analyse des grisés), mais l'observation stéréoscopique des clichés fut un moyen complémentaire pour limiter les zones reconnues au sol comme aptes.

Les superficies étudiées lors des deux phases furent de :

- 126000 ha pour la grande reconnaissance,
- 48500 ha pour la prospection proprement dite.

Cette division de l'étude en deux temps non prévue initialement s'avéra appropriée aux conditions locales. Le niveau de la prospection étant alors du 1/50.000 et non du 1/200.000, mais sur une superficie moindre.

ASPECTS IMPORTANTS DU MILIEU

I - PHYSIOGRAPHIE

1.1. Géologie :

L'ensemble de la zone étudiée est situé sur le *socle* ancien anté-cambrien. D'après J. GAZEL et G. GERARD il s'agirait essentiellement de *granites* post-tectoniques calco-alcalins et de *grano-diorites*. Les faciès à biotite et porphyroïdes sont les plus fréquents. Localement les auteurs de la feuille de BATOURI-Est ont observé des *gneiss* et quelques filons de *quartz*.

Les affleurements sont rares dans la partie Sud, et strictement localisés dans les thalwegs. Au Nord par contre de nombreux reliefs résiduels granitiques ont un aspect de "*morne*" ; localement des débris de quartz jonchent la surface du sol.

1.2. Modelé :

D'après P. SEGALIN, toute la partie Sud et Sud-Est du Cameroun ferait partie d'une vaste *surface* qui paraît très uniforme et plate à première vue. L'altitude moyenne est de l'ordre de 700 m. Dans le détail cette surface est formée de nombreuses collines ou croupes dont les sommets se trouvent à des altitudes comparables.

La région étudiée se rattacherait à cet ensemble.

Comme nous l'avons déjà signalé deux types de paysages ont été distingués :

- un paysage de collines et de croupes très érodées entre 700 et 800 m d'altitude,
- un paysage de longues croupes peu ou moyennement érodées, toujours situées en-dessous de 700 m; le niveau moyen du sommet de ces croupes est voisin de 680 m.

Au contact de ces deux unités, vers les côtes 720-750, il est fréquent d'observer des secteurs très gravillonnaires (gravillons ferrugineux). Il s'agit surtout de versants appartenant à la zone des collines. Une *butte tabulaire* isolée du secteur précédent est formée intégralement en surface par ces gravillons. Son sommet très plat culmine à la côte 730. Cette butte constitue un des rares point haut permettant l'observation des longues croupes situées à l'Est du marigot TOUKI.

A partir de ces données il est possible d'émettre l'hypothèse suivante en ce qui concerne l'histoire géomorphologique récente de la région:

Le secteur des collines correspondrait à des *reliefs résiduels* au pieds desquels se seraient développés des *glacis*, vraisemblablement cuirassés ou du moins en partie, formant un *niveau d'aplanissement* régional.

Un changement des conditions climatiques, le passage d'un climat pluvieux mais contrasté à un climat peut-être plus pluvieux mais surtout plus régulier a provoqué la modification du type de *morphogénèse*. A la phase d'aplanissement liée au climat contrasté succède une phase d'*incision linéaire* et de creusement des thalwegs. Au modelé plan, typique des glacis succède un modelé en longues croupes parallèles qui à leur tour sont entaillées secondairement et latéralement. Le résultat final de cette dissection est un modelé en "demi-orange, caractéristique des régions équatoriales du socle. Dans la région étudiée ce dernier stade n'est qu'ébauché.

2 - VÉGÉTATION

Deux grands types de formations végétales très tranchées se cotoient dans la région de BERTOUA-BATOURI.

- la forêt au Sud et à l'Ouest de BERTOUA,
- la savane entre ces deux villes et au Nord.

2.1. La forêt :

Cette forêt est appelée : *forêt dense mésophile partiellement caducifoliée*, par H. JACQUES-FELIX,

forêt dense semi-décidue de moyenne altitude, par R. LETOUZEY.

Sa particularité est de faire transition entre la forêt équatoriale proprement dite sempervirente et les régions de savanes soudaniennes et de comprendre à la fois des essences sempervirente et à feuilles caduques.

2.2. La savane :

C'est une *savane périforestière* d'après R. LETOUZEY.

Essentiellement herbacée elle est bien caractérisée par une graminée pyrophyte : *Imperata cylindrica* et un *Aframomum* (*Latifolium* ?)

En général les arbustes y sont rares: *Bauhinia rufescens*. En bordure des forêts ou sur les versants des collines, la savane est plus arbustive : *Annona senegalensis*, *Bridelia ferruginea*, *Terminalia glaucescens*.

Quelques *Combretum* sont caractéristiques des sols gravillonnaires ou indurés, alors qu'un *Terminalia* (*Suberba* ?) semble dans les savanes lié à l'affleurement d'une carapace.

A part l'*Imperata* très souvent en population pure, *Hyparrhenia* (Rufo ?) est localement relativement abondant, plus rarement *Panicum maximum* et peut-être *Andropogon gayanus* ; enfin quelques cypéracées peuvent être observées çà et là. *Pennisetum purpureum* est strictement localisé en bordure des pistes.

2.3. Le ruban forestier :

Le long des axes de drainage, caractérisés par une végétation de palmier *Rafia*, subsiste un ruban de forêt dense plus ou moins large.

2.4. Origine de la savane :

La savane à *Imperata* ne correspond pas à la formation végétale climacique qui est la forêt dense semi-décidue. Pourtant cette savane semble être en équilibre avec les conditions actuelles.

Plusieurs arguments peuvent être invoqués pour expliquer ce fait :

- L'*Imperata* est une herbe vivace à rhizomes très traçants dans les dix premiers centimètres du sol ; se propageant rapidement elle étouffe les autres graminées. Par son manteau herbacé très important, elle empêcherait l'installation également des arbres gênant la germination des graines. D'autre part du fait de son système racinaire, l'*Imperata* résiste bien aux feux.

- Les feux de brousse allumés par l'homme peuvent détruire les graines ou les jeunes pousses des plantes sensibles.

- Certains arbres de forêt ont leurs graines disséminées par les oiseaux qui ne s'éloignent que rarement des forêts ou de leur lisière.

- De nombreuses essences forestières sont des plantes qui poussent dans un premier temps à l'ombre des adultes. De ce fait, la forêt ne peut coloniser la savane que si les essences de lumière s'établissent. Celles-ci ne semblent jamais se propager rapidement en lisière. Les espèces soudanaises pourtant adaptées à ces conditions se développent peu dans ces milieux éloignés de leur aire habituelle.

- R. LETOUZEY a constaté qu'à l'emplacement d'anciens villages ou de champs abandonnés, sur d'anciennes savanes un recru forestier se développait souvent.

- Pour A. AUBREVILLE, l'adaptation de la végétation aux changements mésologiques peut être lente ; il y a inertie des formations végétales.

3 - CLIMAT

Deux stations météorologiques encadrent la région. Les données concernant la station de BATOURI sont plus complètes que pour BERTOUA, aussi celle-ci servira de référence.

Le climat est de type *sub-équatorial* avec quatre saisons tranchées :

- une *saison sèche* en Décembre-Janvier et début Février, la pluviométrie moyenne y est inférieure à la moitié de l'évapotranspiration potentielle.
- un *premier cycle de pluie* de la mi-février à la mi-juin, avec trois mois bien arrosés.
- un *intercycle*, la pluviométrie diminue, mais compense juste l'ETP ; il ne s'agit pas d'une saison sèche du point de vue agroclimatique. Assez courte cette période s'étend grossièrement de la mi-juin à la mi-août.
- un *deuxième cycle de pluie* de la mi-août jusqu'en novembre, plus pluvieux, et un peu plus long que le premier.

3.1. Pluviométrie :

La pluviosité est assez régulière chaque année, ceci étant dû à la position géographique. BATOURI est situé à 4°25' de latitude Nord et à 650 mètres d'altitude, et BERTOUA à 4°36' et 670 mètres. Les moyennes sont respectivement de 1665,1 mm et 1507,5. En 24 heures la pluviosité maximale observée n'a pas dépassé 85 mm.

3.2. Températures :

Les températures moyennes mensuelles fluctuent entre 22,7° et 25,2° ; les minima absolus varient entre 11,2 (Janvier) et 15,0 (Avril), alors que les maxima absolus atteignent tout juste 36° (Mars) ; en Août cette valeur est de 31,6°. Avril est le mois le plus chaud, Juillet et Août les mois les plus frais.

3.3. Insolation :

Elle est très irrégulière. Avril, Mai, Novembre et Décembre sont les mois les plus ensoleillés : 174 à 190 heures ; il y a un léger minimum en Janvier : 160 h, et un minimum important pendant l'intercycle où les insolutions sont faibles, voisines d'une centaine d'heures, soit guère plus de 3 heures par jour.

3.4. Vents :

Les vents sont faibles et leur vitesse moyenne est comprise entre 1m/s et 2m/s, avec un maximum en Octobre. Les directions principales d'origine des vents sont l'Ouest et le Sud-ouest, ou le Nord-Ouest, plus rarement le Sud.

3.5. Evapotranspiration potentielle :

Les divers relevés météorologiques disponibles concernant la station de BATOURI permettent de calculer une valeur moyenne de l'ETP selon PENMAN en séparant la demande due à l'énergie solaire (rayonnement radiatif) de l'effet de l'air ambiant sur la demande globale (rayonnement advectif). L'ETP est maximale en Avril (4,6 mm/jour) avec un minimum net en Juillet et Août (insolation faible) 3,55 mm/jour. Ces chiffres sont nettement plus élevés que ceux fournis par l'évaporomètre PICHE : 1,5 mm en Août, 2,5 mm en Avril.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total/moyenne
Pluie mm	29,6	66,8	119,1	145,4	199,7	196,5	113,9	167,6	225,0	241,2	116,4	43,7	1665,1
moyenne	23,4	24,3	25,0	25,2	24,5	23,6	22,7	22,8	22,9	23,7	23,9	23,3	23,3
T° min. abs.	11,2	12,0	12,2	15,0	14,0	13,5	13,8	14,6	15,0	12,8	14,2	11,7	13,3
max. abs.	34,2	35,4	36,0	35,3	34,6	32,5	31,8	31,6	32,3	32,2	33,5	34,0	33,4
Insolation h	159,6	162,9	149,9	173,9	183,9	139,8	107,7	94,3	112,3	138,2	178,7	188,9	1790,1
mm/J PICHE	2,66	3,31	2,82	2,50	2,07	1,65	1,52	1,50	1,54	1,57	2,06	2,60	
ETP PENMAN	3,87	4,51	4,41	4,57	4,26	3,77	3,55	3,57	3,73	4,03	4,12	4,03	1472,4
Rt. radiatif	3,15	3,51	3,59	3,79	3,64	3,21	3,00	3,03	3,23	3,36	3,44	3,24	
Rt. advectif	0,72	1,00	0,82	0,78	0,62	0,56	0,55	0,54	0,50	0,67	0,68	0,79	

4 - L'HOMME

4.1. Les Kaka :

L'ethnie dominante le long de la route BERTOUA-BATOURI en région de savane est celle des KAKA qui habitent le long de cet axe routier. Ils cultivent le plus souvent loin de leur village, du fait des techniques utilisées et des spéculations choisies. La culture du tabac est leur principale culture de rente, mais les cultures vivrières ne sont pas délaissées : manioc, macabo, maïs, banane plantain, etc ... Arachide et sésame font partie des denrées dont l'utilisation et la commercialisation sont encore mal connues.

Les champs sont situés dans les "*rubans forestiers*" qui jouxtent les marigots, l'association des cultures est la règle, le système est *extensif*.

Quelques HAOUSSA vivent dans ces villages, ce sont surtout des commerçants.

4.2. Les Bororo :

En savane, un peuplement important des bergers Bororo occupe le terrain de part et d'autre de la route sur une dizaine de kilomètres. Ces éleveurs venus de contrées soudano-sahéliennes avec leurs troupeaux de zébus semblent se sédentariser. Leurs cases sont toujours construites sur des points hauts, le plus souvent gravillonnaires, en bordure desquels certains font quelques cultures vivrières protégées par des clôtures. Le bétail n'est pas surveillé et pâture à sa guise. Localement il peut y avoir surcharge d'animaux et *surpâturage* avec tous les risques que cela suppose (mise à nu du sol, érosion ...). De plus les Bororo mettent eux-mêmes le feu à la savane, même durant la saison des pluies. Cette pratique permet une repousse ; elle est favorable au pâturage car l'*Imperata* jeune constitue un fourrage acceptable. Par contre la *dénudation du sol* qu'elle provoque en pleine saison des pluies est suivie par le surpâturage des repousses. Les animaux piétinent une terre souvent humide ; ils peuvent provoquer localement un compactage. Ils arrachent plutôt qu'ils ne coupent les jeunes repousses, ce qui se traduit par la disparition de l'horizon humifère superficiel et la mise à nu des horizons rouges sous-jacents. De loin ces zones de végétation "très dégradée" apparaissent rouges et l'observateur croit qu'il s'agit de zones gravillonnaires.

L'ORGANISATION DU MILIEU

Seuls les paysages de longues croupes peu ou moyennement érodées qui ont dans un premier temps été retenus pour la prospection plus détaillée ont fait l'objet d'une étude poussée.

Un essai d'interprétation global de ces paysages a été tenté en tenant compte de diverses composantes importantes (localement) du milieu.

Les hypothèses émises ne sont nullement des certitudes ; elles s'appuient sur les observations effectuées sur place et sur l'expérience acquise dans d'autres situations similaires (cf. travaux de M. RAUNET au KENYA).

A ce modelé de longues croupes très monotones, correspond pour chaque interfluve une succession de matériaux toujours situés dans le même ordre. Ponctuellement les plus superficiels peuvent manquer, mais la loi de répartition se vérifie toujours.

I - LES MATÉRIAUX

A partir du *socle granitique sain* observable quelquefois dans certains thalwegs, les matériaux suivants se succèdent de bas en haut :

1.1. Altérite sablo-micacée, peu argilifiée, de teinte gris clair ; les minéraux principaux du granite sont encore reconnaissables.

Ce matériau n'a été que rarement rencontré et ce en bordure de certains thalwegs, où il correspond à une ligne de sources.

1.2. Altérite kaolinique (argilo-ferrugineuse)

Elle est souvent bariolée, les teintes ocre-rouges dominant ; les taches les plus importantes sont ocre-jaune. Ce matériau poreux présente une organisation lamellaire ; les plages claires et les alvéoles sont allongées dans un plan horizontal. Au contact des vides des revêtements ferrugineux assurent une certaine consolidation.

Ce matériau frais en place est friable ; son épaisseur peut atteindre plusieurs mètres. Les plages les plus rouges correspondent à la *plinthite* des auteurs américains.

1.3. Altérite kaolinique ferruginisée (altérite indurée : carapace lamellaire)

Peu épais (1 mètre environ), plus ou moins induré, ce niveau est fortement imprégné par les sesquioxides de fer ; très compact il conserve

la structure de l'altérite kaolinitique, mais sa teinte globale est rouge (l'ensemble du matériau n'est formé que de *plinthite indurée*). La macroporosité est très forte, les vides ont la même orientation que les plages claires. Localement à l'affleurement, ce niveau forme de belles *dalles* très dures.

1.4. Les gravillons ferrugineux (nappe de gravats : stone line)

Parfois ce niveau peut être absent ou au contraire être très épais (quelques mètres). Il s'agit de concrétions ferrugineuses dures, centimétriques de couleur ocre-rouge, arrondies et patinées, emballées dans une matrice fine. Quelques blocs de cuirasse peuvent être observés. Plus fréquemment des cailloux de quartz, très anguleux sont mêlés aux gravillons.

En général au contact de l'altérite ferruginisée, les gravillons sont soudés à celle-ci et entre eux, prolongeant le niveau carapacé (carapace conglomératique).

1.5. La couche de recouvrement : elle est meuble, formée d'éléments très fins (les argiles dominent). L'épaisseur peut être importante (supérieure à deux mètres) ; la teinte d'ensemble est rouge. Ce matériau semble être toujours frais, assez bien structuré il ne présente pas de signe d'hydro-morphie.

2 - ESSAI D'INTERPRÉTATION AU NIVEAU RÉGIONAL

2.1. Les glacis cuirassés :

L'hypothèse de départ est difficilement vérifiable, malgré certains indices observés (présence d'une butte tabulaire gravillonnaire). Néanmoins nous pensons qu'au cours du quaternaire, cette zone de longues croupes était un glacis bien plan en partie cuirassé. Sous cette cuirasse a pu se développer une nappe phréatique dans la zone d'altération des roches ; cette nappe se rechargeant grâce aux cuirasses (qui sont toujours perméables en grand) soit à partir du secteur des collines qui joue encore ce rôle actuellement.

2.2. Rôle de la nappe phréatique :

L'altération du socle se fait dans le plancher de la nappe et sous l'influence de celle-ci ; il s'agit d'une zone constamment engorgée.

La nappe s'écoule latéralement vers les axes de drainage ; le confinement n'est pas total, et l'altération reste peu poussée : c'est l'*altérite sablo-micacée*.

Au-dessus de ce matériau, dans la zone de battement de la nappe, l'altération a été plus poussée ; il y a eu argilification par hydrolyse et transformation géochimique. Ces processus aboutissent à la genèse d'une argile de type *monosiallitique* : la kaolinite. L'alternance de phases d'humectation et de sécheresse se traduit par la marmorisation du matériau. Cette *argile tachetée* présente des plages rouges et blanches, ces dernières étant déferriées ou bien le fer s'y trouve à l'état réduit dans certains cas particuliers.

En général ce niveau présente également un réseau de canalicules, aussi les hydrogéologues parlent-ils d'*argile à canaux*. L'origine de cette porosité n'est pas bien établie, mais l'hypothèse émise par M. RAUNET privilégiant le rôle des termites est séduisante. Ceux-ci prélèveraient préférentiellement la terre peu consolidée, donc celle en particulier des plages claires pour la remonter en surface, au dessus de l'*altérite kaolinique* ; nous reviendrons sur ce problème.

2.3. Morphogénèse - évolution des glacis sous climat équatorial

Pendant qu'en profondeur le front d'altération progresse, en surface à la faveur d'un changement de climat, les conditions qui ont permis la genèse des glacis disparaissent. Les pluies deviennent mieux réparties et moins brutales. Une végétation plus forestière peut s'installer. Les eaux s'infiltrant mieux dans le sol et la cuirasse superficielle est petit à petit démantelée. Le ruissellement sur les pentes diminue ainsi que l'intensité de l'érosion aréolaire. Par contre au niveau des axes de drainage, du fait d'un apport faible d'éléments solides, les cours d'eau sont capables d'évacuer les produits de l'érosion des versant qui les jouxtent. Il y a prédominance de l'incision linéaire sur l'alluvionnement ; les thalwegs s'enfoncent, rabattant la nappe et en même temps le plancher de celle-ci suit le mouvement, la phase d'altération se poursuit.

Les pentes en bordure des marigots deviennent plus fortes, un équilibre nouveau s'établit. Un modelé de croupes étroites allongées remplace le modelé de glacis. La cuirasse complètement démantelée laisse un manteau gravillonnaire résiduel moulant irrégulièrement les croupes (nappe de gravats). Lentement le sommet des croupes s'abaisse par départ des éléments fins.

En même temps que s'enfonce le plancher de la nappe son plafond se déplace également vers le bas. Le décapage est plus fort là où la cuirasse était absente ou peu conséquente.

2.4. Rôle des termites :

Les monticules ou mamelons observables sur les interfluves ont été décrits par R. LETOUZEY comme étant des termitières géantes dues aux *Bellicositermes Bellicosus rex* (P.P GRASSE). La végétation est celle de la savane, parfois *Aframomum* semble dominant. La forme de ces monticules est dissymétrique dans toutes les directions de l'espace. La base elliptique a des axes de rapport variable, mais le plus grand ne dépasse que rarement 20 m. La dénivellation en moyenne est de 2 mètres et d'après les mesures au clysimètre la plus forte pente n'atteint pas 40%, mais alors sur une faible distance. Nous n'avons jamais eu l'occasion d'observer de cônes d'accroissement au sommet des monticules ni de vestige d'habitable dans les coupes le long de piste.

Les observations faites sur le terrain montrent que ces termitières ne semblent plus fonctionnelles et qu'elles présentent le même profil que les sols. Par contre des termites* vivent actuellement dans l'ensemble de ce matériau où ils établissent des galeries hypogées et des chambres à meules mais rarement des constructions épigées importantes (dômes de 20 à 30 cm de haut). A la surface du sol de nombreux puits s'ouvrent, parfois il s'agit d'un gros trou (50 cm) correspondant à un ancien habitacle. En s'inspirant de M. RAUNET et de Ph. BOYER, le rôle des termites dans l'édification de la couche de recouvrement peut être expliqué de la façon suivante : Certaines termites comme *B. bellicosus rex* vivent dans la frange capillaire de la nappe à proximité de celle-ci. Ils prélèvent les particules de terre friables de l'altérite et avec ce matériau construisent des édifices épigées en cônes successifs, après avoir traversé la nappe de gravats aux endroits où elle était peu épaisse. Ces *cônes d'accroissement* sont au fûr et à mesure de leur construction détruits par les pluies et les éléments solides étalés en surface sur les gravillons, qui peu à peu sont intégralement recouverts. Les monticules ainsi formés peuvent atteindre 5 à 6 m de haut pour une base elliptique de 30 à 60 mètres ; ils présentent une certaine symétrie.

Petit à petit un équilibre se crée entre érosion et apport et niveau de la nappe. Ces termites ou d'autres vraisemblablement continuent à brasser la terre, l'homogénéisant. Très aéré ce matériau se rubéfie après avoir été enrichi en fer par des éléments provenant de la nappe de gravats.

L'étude des lames minces de ces sols au microscope montre une organisation à cette échelle en *micro-nodules*, d'aspect *coprolithique*.

2.5. Evolution récente :

Lors d'une modification climatique, cette synergie entre les termites et la nappe phréatique a été rompue. Cette dernière s'abaisse plus rapidement la partie sommitale de l'altérite kaolinique, ainsi que parfois les zones gravillonnaires enrichies en fer lors des battements de la nappe ne sont plus atteintes par celle-ci. Le fer s'oxyde, ces matériaux durcissent et s'indurent nettement là où existait une circulation préférentielle, ou aux endroits où le débit de la nappe était plus important.

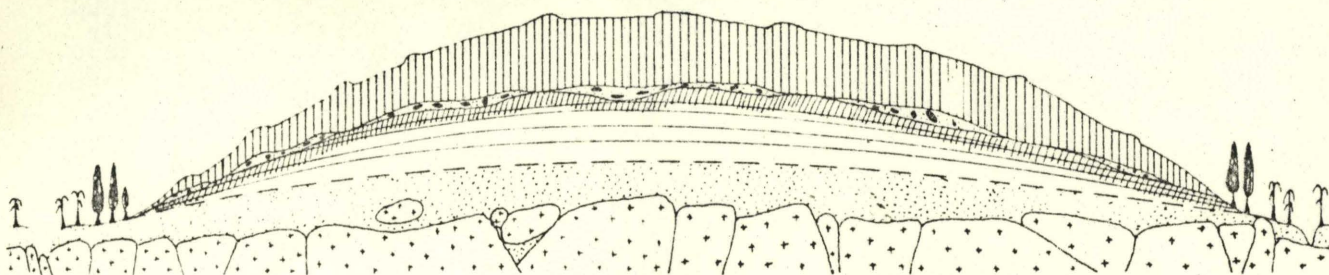
Sur les versant et même sur le sommet des croupes, l'érosion peut faire affleurer nappe de gravats ou altérite indurée.

Le processus de recouvrement par les termites ne semble pas avoir été général. Les points les plus hauts, au-delà de 680 m d'altitude sont très gravillonnaires dès la surface, formant des dômes. Ils dominent parfois de plusieurs mètres les croupes allongées planes à recouvrement.

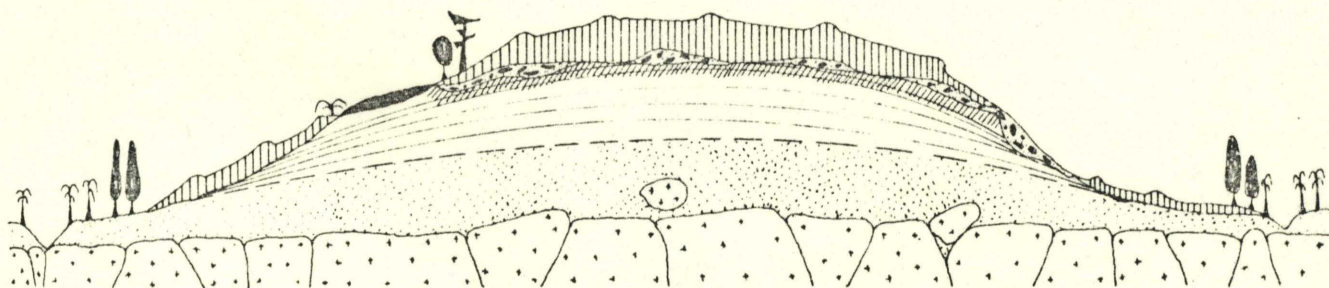
* Il s'agirait entre autre de *B. natalensis* (de Havilland) termites également lignivores et vivant aussi actuellement en savane.

COUPES SCHÉMATIQUES D'INTERFLUVES

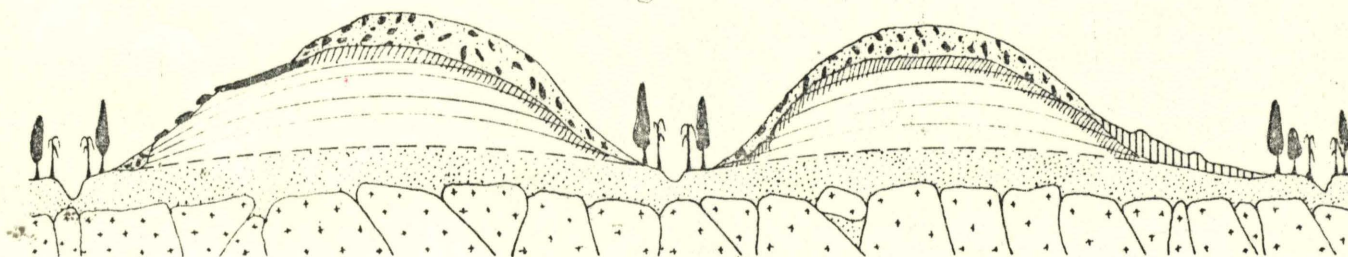
COUPE A



COUPE B



COUPE C



VÉGÉTATION



Palmier RAPHIA



Ruban forestier



Terminalia SP



Combretum SP

MATÉRIAUX



Recouvrement "termitique" et monticules



Graviillons ferrugineux



Carapace affleurante en et blocs démantelés



Altérite indurée



Altérite kaolinique



Altérite sablo-micacée



Granite sain



Niveau hydrostatique moyen

3 - L'AGENCEMENT DES MATÉRIAUX

Il n'y a pas toujours superposition de toutes les couches sur un même interfluve.

Sur la figure annexée, sont représentés de façon schématique en coupe transversale les divers modes d'assemblage possible, en fonction des retouches apportées par la morphogénèse.

3.1. Coupe A : Elle est surtout théorique, elle montre la position relative de tous les matériaux. L'interfluve est convexe, la partie sommitale formant une croupe assez plane (faible convexité) ; puis la pente augmente en direction des thalwegs, elle reste comprise entre 5 et 10 %.

Le recouvrement "termitique" nappe l'ensemble du paysage. Les sols sont pratiquement identiques partout et profonds ; la teinte est rouge-brun (2,5 YR à la charte MUNSELL), uniforme.

Ce genre de croupe est surtout caractéristique des zones de confluence des grands marigots ; les pentes latérales sont souvent faibles. Dans ces conditions en bordure des thalwegs les sols deviennent jaunes (hydromorphie).

3.2. Coupe B : Elle met en évidence les différentes retouches possibles dues à la morphogénèse.

La convexité au sommet de la croupe est faible, puis brutalement sur un flanc (partie droite du schéma), la rupture de pente est nette, l'agencement classique des matériaux a été perturbé. La zone gravillonnaire affleure ainsi que parfois l'altérite indurée qui se démantèle pratiquement sur place. La pente présente une inflexion, son profil devenant plan ou faiblement concave. Les monticules qui avaient disparu dans la zone gravillonnaire font leur réapparition, ils sont même souvent de plus grande taille que sur le sommet des croupes. Le recouvrement "termitique" constitue à nouveau la formation la plus superficielle. La pente peut rester forte (5%) les sols sont tous rouges.

Dans d'autres cas (partie gauche du schéma), à l'amorce de la rupture de pente mais parfois en sommet de croupe, on passe sans transition nette du recouvrement "termitique" à une dalle carapacée bien plane, jamais très étendue (une centaine de mètres carrés). Ces plages indurées sont souvent entourées d'une végétation arborée qui permet de les distinguer de loin ; certains arbres sont typiques (un *Terminalia* et divers *Combretum*).

La surface de ces dalles est parsemée de termitières champignons (*cubitermes*).

Parfois la dalle n'a pas été mise à nue mais elle existe sous 40 à 50 cm de terre jaune, gorgée d'eau en hivernage ; la végétation graminéenne est alors différente des savanes à *Imperata*, les cyperacées dominent. A ces emplacements il n'y a pas de monticules. Le décapage de ces dalles peut s'expliquer par un glissement en masse du matériau de recouvrement gorgé d'eau, sur la dalle (solifluction), mais en aval nous n'avons jamais observé de dépôt net. Il est vrai que ces dalles dominent souvent une zone érodée.

Les affleurements de l'altérite indurée en dalle sont systématiques dans une position topographique très particulière. Ces sites ne sont pas représentables sur les coupes transversales car il s'agit du prolongement des têtes de thalwegs, qui constituent un lieu préférentiel de soutirage de la nappe.

En effet, la fin de la végétation forestière bordant les bas-fonds correspond strictement, dans la région des croupes allongées, au début du lit incisé du marigot. L'entaille débute dans l'altérite indurée, la dénivellation peut-être de quelques mètres et la nappe suinte sous la dalle dans l'altérite meuble qui est entaillée préférentiellement. A la longue, la dalle minée par en-dessous s'effondre. L'entaille progresse de façon régressive.

3.3. Coupe C : Elle correspond aux secteurs essentiellement gravillonnaires, où vraisemblablement la cuirasse mieux consolidée s'est désagrégée plus lentement. Ces parties de l'ancien glacis, érodées plus tardivement restent en relief et ne semblent pas avoir été soumises à l'action des termites. En contre-bas, le long des marigots les plus importants (Ex. TOUKI), une zone peu inclinée, mamelonnée acquiert une extension importante. Les sols épais rouges en général deviennent jaunes au fur et à mesure que l'on se rapproche du marigot, donc que la nappe est voisine de la surface du sol.

4 - APERÇU SUR LES SOLS

4.1. Les sols rouges : Ce sont les plus intéressants pour l'agriculture ils correspondent au matériau de recouvrement "termitique", formé de pseudo-particules d'allure coprolithique. Ces sols apparaissent très homogènes, la teinte est uniformément rouge, mis à part l'horizon humifère plus brun mais jamais très épais (une dizaine de centimètres) ; la texture est franchement argileuse, les éléments sableux sont grossiers. Finement structuré ce matériau a une macroporosité qui est due essentiellement aux galeries et nids de termites. Le deuxième horizon entre 10 et 50 cm environ, semble le plus compact, mais dans les conditions où les observations ont été effectuées cela s'expliquerait par un ressuyage différentiel (la prospection a été effectuée pendant l'intercycle). L'horizon plus profond, humide apparaît plus malléable et semble un peu moins argileux au toucher.

Globalement ces sols sont sains, bien filtrants et l'enracinement des graminées de savane se fait très profondément, mis à part les rhizomes de l'*Imperata* qui traçent dans l'horizon humifère.

* horizon de comportement de A. CHAUVÉL et R. FAUCK

4.2. Les sols gravillonnaires : Ils sont très grossiers et la matrice fine est peu abondante. Ils ne présentent jamais de très grandes étendues et ne permettent pas de cultures à enracinement très profond.

Les sols rouges des savanes leur sont préférables, mais en petite étendue, leur intégration dans un parcellaire quand la pente n'est pas trop forte est envisageable.

4.3. Les sols jaunes : En bordure immédiate des marigots la nappe est proche de la surface, le drainage est entravé, les sols sont de couleur jaune et présentent des signes d'hydromorphie actuelle en profondeur (vers 60 cm dans le cas du profil n° 26).

Les sols des bas-fonds n'ont pas fait l'objet d'observations.

CHOIX DES ZONES APTES AUX CULTURES MÉCANISÉES

ET AMÉNAGEMENT DU PAYSAGE

En fonction de l'organisation du milieu dont nous venons de dresser les grandes lignes (en émettant quelques hypothèses), il est possible de définir des critères de choix des zones aptes aux cultures mécanisées.

De part leurs propriétés physiques et leur position dans le paysage, les *sols rouges* sans préjuger de leurs propriétés chimiques, semblent être le meilleur support pour les cultures. A la limite quelques zones gravillonnaires peuvent être incluses localement.

La mécanisation impose des parcelles planes à pentes faibles; malheureusement ces deux contraintes s'opposent dans la région: les monticules correspondent aux zones aux pentes les plus faibles alors qu'ils sont inexistantes sur les pentes fortes et dans les zones gravillonnaires. Force nous a été de retenir ces zones à pentes faibles qui se confondent avec le bombement sommital des croupes (coupes A et B), en éliminant les flancs trop raides même s'ils comportent de bons sols (coupe A).

De même à proximité du marigot Touki, nous avons retenu certaines zones basses assez étendues en largeur, malgré la présence de sols à caractères hydromorphes le long des marigots (coupe C).

1 - CRITERES DE CHOIX

La prospection a été conduite de façon à retenir des zones homogènes, assez vastes (30 à 40 hectares d'un seul tenant) présentant les caractères suivants :

- sols rouges profonds,
- pentes faibles ($\leq 5\%$),
- absence d'arbres (certaines savanes trop arborées ont été éliminées),
- rareté des hétérogénéités locales (sols gravillonnaires ou affleurements de la dalle).

Le terrain a été parcouru en suivant les lignes de crêtes, puisque c'est essentiellement sur les sommets des croupes qu'il fallait chercher. La qualité des photographies aériennes (panchromatiques) n'assurant pas avec sûreté un diagnostic préliminaire, il était préférable de passer partout. Par contre pour la limitation des unités retenues, ces photographies permirent de mieux appréhender le relief et l'importance des pentes.

Au début de la prospection, il apparut que certains critères retenus étaient trop restrictifs et que du fait de l'hétérogénéité du terrain il semblait difficile de trouver les hectares nécessaires. Aussi il fut tenu

compte de deux niveaux d'appréciation des contraintes, surtout en ce qui concerne certaines variations brutales.

2 - LES UNITES RETENUES

Unités très favorables :

Prédominance de sols profonds rouges surtout sur les sommets des croupes, parfois jaunes en bordure des marigots. Sols gravillonnaires fréquents en limite, rares en ligne de crête. Très rares blocs de cuirasse épais. Surface du sol très ondulée (monticules). Pente n'excédant pas 5% au maximum. Très peu d'obstacles à l'implantation du parcellaire.

Superficie : 9478 ha.

Unités favorables :

Sols profonds rouges. Sols gravillonnaires fréquents en limite, rares en ligne de crête. Présence de plages décamétriques d'affleurements de carapace (altérite indurée) en position sommitale et de blocs de cuirasse épars gênant l'implantation du parcellaire. Surface du sol très ondulée (monticules). Pente faible.

Superficie : 1417 ha.

En fonction des superficies nécessaires, le choix définitif se fera suivant la répartition et le regroupement des unités. Il vaut mieux éviter une trop grande dispersion. Il pourra être préférable de retenir une unité favorable très proche d'unités très favorables, plutôt que de sélectionner une unité très favorable mais isolée.

Les plus grandes unités de production dépassent rarement 400 ha, et les plus petites leur sont vingt fois inférieures.

La plus grande unité couvre en un seul tenant 810 hectares. La plus petite ne représente que 22 ha.

Soixante deux unités ont été retenues comme très favorables. Les quatorze des plus importantes correspondent à 5000 ha environ au total, toutes étant supérieures à 200 ha.

La localisation des unités de production en sommet d'interfluve, entourées de pentes plus ou moins érodées à végétation de graminées ; le fait que ces savanes soient paturées par des troupeaux de zébus appartenant aux Peulhs Bororo, posent le problème du partage et de l'utilisation des surfaces.

* Unité est pris dans le sens de surface d'un seul tenant caractérisée par les mêmes caractères (cf. carte).

Il sera nécessaire d'inclure la totalité des superficies des inter-fluves dont une partie des croupes sera retenue pour les cultures mécanisées, dans le "patrimoine foncier" de l'organisme chargé des cultures agro-industrielles, de façon à éviter la divagation des troupeaux. Cet organisme devra aménager ces zones rationnellement dans le but d'éviter l'érosion des versants (localement il y a urgence), en essayant d'y développer des spéculations adaptées (prairies améliorées, paturages contrôlés).

Dans ces conditions les cultures itinérantes actuelles (tabac et produits vivriers) dans le ruban forestier longeant les marigots sont à proscrire.

3 - ETUDES ULTERIEURES

Pour la mise en place du parcellaire une prospection plus détaillée sera nécessaire, en liaison avec des études topographiques. Ce travail qui consistera à vérifier l'extension des *sols rouges* et le passage aux *sols gravillonnaires* en bordure, permettra également de localiser les accidents supposés, c'est à dire la présence de la dalle ou du démantèlement de celle-ci (blocs). Cette étude peut se faire au niveau du 1/20.000 ; la densité des observations faites à la tarière doit être voisine de 1 pour 4 à 5 hectares.

En tenant compte des conditions locales, la meilleure façon de procéder serait d'effectuer des transects perpendiculaires aux marigots, espacés de 4 à 500 mètres entre eux. Les sondages à la tarière seront en moyenne disposés tous les 100 mètres, les changements visibles à la surface du sol devront être impérativement notés (apparition de gravillons, blocs de cuirasse, dalle).

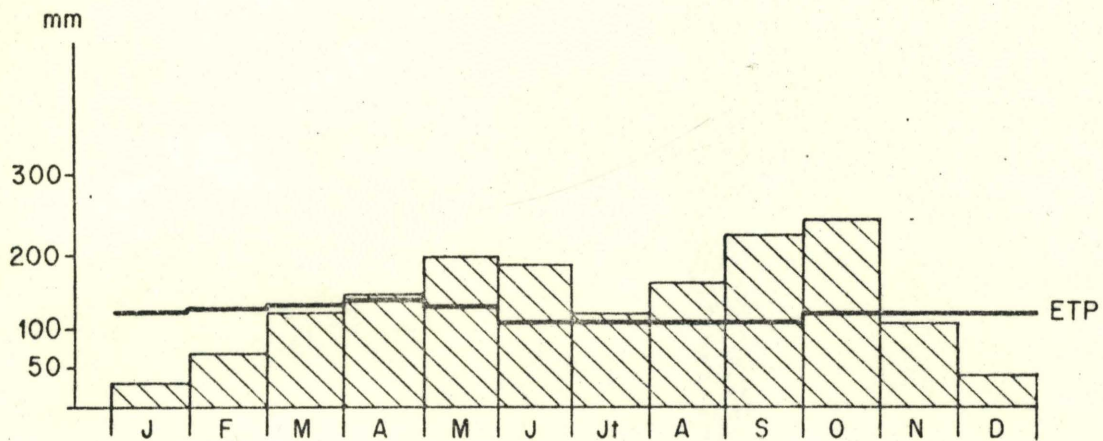
L'ensemble des observations sera reporté sur un fond topographique au 1/20 000, à réaliser.

Une mission photographique aérienne avec prise de vue à la même échelle serait souhaitable. Elle permettrait d'établir un fond topographique à l'aide d'une triangulation préalable et de repères au sol. Du point de vue étude du milieu, une émulsion infra-rouge fausse couleur pourrait être très utile, mais la prise de vue doit impérativement avoir lieu en début de saison sèche, et si possible en Décembre si l'on veut avoir le plus de renseignements possibles (ressuyage différentiel des sols). D'autre part, avant cette mission le périmètre concerné devrait être interdit si possible aux troupeaux et impérativement protégé des feux.

STATION DE BATOURI

PRÉCIPITATIONS MENSUELLES MOYENNES (1942 - 1957)

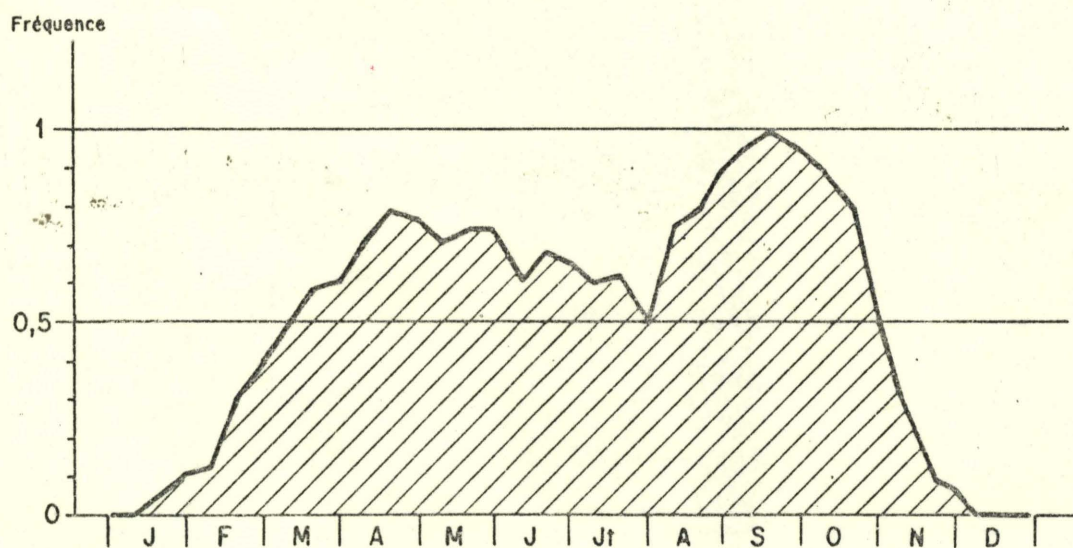
ETP MENSUEL (PENMAN)



STATION DE YOKO

FRÉQUENCE DE L'ÉVÈNEMENT : $P \geq ETM$

(périodes décadaires)



PROPOSITIONS POUR LE CHOIX D'UN SYSTEME DE CULTURES

1 - DONNEES AGROCLIMATIQUES

1.1. Analyse agrométéorologique grossière BATOURI : Cette station a été préférée car apportant plus d'informations. Ainsi il a été possible de calculer l'ETP par la méthode de PENMAN. Par contre les précipitations n'ont pas été étudiées finement d'un point de vue agrométéorologique. Sur le graphique annexé, ont été représentées par mois : la *pluviométrie moyenne* et l'*évapotranspiration potentielle*. Ces valeurs ont été calculées à partir d'observations effectuées entre les années 1940 et 1960. La comparaison des courbes montre :

- que la "petite saison sèche" n'en est pas une du point de vue agroclimatique; en Juillet la pluie compense l'évaporation en moyenne. Le temps couvert, la faible insolation, l'humidité élevée de l'air sont des contraintes importantes pour les cultures de premier cycle.
- Décembre et Janvier correspondent à une saison sèche (pluie inférieure à $ETP/2$). Du point de vue des cultures annuelles elle débute plus tôt (Novembre) et favorise la maturation et les récoltes.
- Le début du premier cycle de pluie est difficile à déterminer :

. Vraisemblablement vers la mi-mars ($P > ETP$), le développement végétatif des plantes est possible.

. Par contre la date des premiers semis est difficile à préciser ($P > ETP/2$ fin Février début Mars).

- La fin du deuxième cycle est également une notion qui ne se déduit pas des données mensuelles : $P < ETP$ au début Novembre.

Pour caler les cycles de culture une étude fine des conditions agroclimatiques est nécessaire.

Du fait des caractéristiques de l'*intercycle* (le mois de Juillet est relativement peu pluvieux) ; les événements importants à connaître sont :

- la période de semis des premiers cycles : $\frac{ETP}{2} < P < ETP$
- la date optimale de maturation pour le deuxième cycle $P < \frac{ETP}{2}$

En fonction de ces données il sera possible de définir la durée du cycle des plantes cultivées, de manière à conserver une période assez longue entre les deux cultures pour permettre d'effectuer les façons culturales pour le deuxième cycle. Cette période nécessairement centrée sur le mois de Juillet, devra être étudiée du point de vue de la répartition des pluies.

1.2. Analyse fine (YOKO) : A titre d'exemple, pour la station de YOKO (latitude $5^{\circ}33'$, altitude 1031 m) à partir de données fournies par le CIEH, nous avons fait une analyse fréquentielle de l'évènement : pluie > ETM et cela par décades (ETM = évapotranspiration maximale d'une graminée de référence). Par exemple : le 1er avril : $F = 0,6$ cela signifie que pour la décade allant du 1er avril au 10 avril, 6 années sur 10 l'évènement est réalisé. En général on estime que les conditions sont favorables au développement végétatif si la fréquence observée est supérieure à 0,5.

En ce qui concerne semis et date de récolte, le seuil de 0,3 semble correct. Pour la station de YOKO, les semis seraient possibles du 20 février au 12 mars en premier cycle. Les récoltes pouvant débuter à partir du 6 novembre. L'arrêt des pluies en octobre-novembre est très brutal ; ce deuxième cycle aux pluies plus intenses est bref. Les variétés de 90-100 jours semblent donc préférables. Néanmoins dans le cas de sols de bonne qualité du point de vue physique, il semble plausible d'envisager de repousser cette date en fonction du ressuyage des sols. Les risques d'engorgement sont très importants lorsque $F > 0,9$ d'où la nécessité de retenir des sols à bon drainage et profonds.

Il est difficile de transposer directement les résultats de la station de YOKO dans la région de BERTOUA - BATOURI, sans comparer les courbes pluviométriques.

2 - LES CULTURES ENVISAGEES

2.1. Adaptation au climat :

Dans l'ensemble du point de vue climatique, il n'y a pas de problème important. Les valeurs des températures observées à BATOURI sont tamponnées sans fluctuations ni extrêmes importants. Ces conditions sont favorables pour les cultures comme le *sésame* et le *maïs*. La germination de l'*arachide* sera plus rapide en premier cycle (température plus élevée). La pluviométrie en moyenne est juste suffisante lors du premier cycle, que ce soit pour des arachides de 90 ou 105 jours semées le 1er mars (besoins en eau de 550 mm en 105 jours) ; par contre, en deuxième cycle ce problème ne se pose pas.

On estime préférable pour favoriser la maturation et la récolte de l'*arachide* que la fin du cycle de culture soit peu humide, ce qui imposerait de cultiver cette plante au cours du deuxième cycle. Cette supposition ne semble pas intégralement prouvée en réalité, ni très contraignante. Lors du premier cycle, la récolte se fera souvent en condition de sol humide, il sera nécessaire de sélectionner des variétés à dormance s'il n'est pas possible de récolter rapidement. Ce même problème a été évoqué pour les graminées en ce qui concerne la maturation des épis, il ne semble pas non plus avoir reçu de confirmation.

Pour la culture du *sésame*, la saison sèche favoriserait à la fois, la fructification et la maturation des graines ; de plus celles-ci après récolte ne résistent guère à l'humidité. D'ailleurs dans la région de BERTOUA, la culture du sésame se fait toujours traditionnellement en deuxième cycle.

Le *riz pluvial* plus exigeant en eau et en lumière doit être cultivé préférentiellement en deuxième cycle.

Toutes les cultures envisagées sont possibles à partir du moment où leur cycle est de 90 à 105 jours. De telles variétés existent.

Si le *sésame* doit préférentiellement être cultivé en deuxième cycle, *maïs* et *arachide* doivent être considérés à priori comme indifférents.

La saison des pluies si elle est arbitrairement divisée en deux cycles et un intercycle constitue pour les cultures annuelles ou pérennes, une seule saison et dans ces conditions ces cultures sont possibles (ex. *manioc*). Il semble également qu'en première approximation la culture de la *canne à sucre* puisse y être conduite en condition pluviale. De même les *prairies artificielles* sont envisageables.

2.2. Adaptation au sol

Du point de vue *physique*, les sols correspondant au recouvrement termitique sont sains, bien filtrants et très aérés. Leur forte teneur en argile (60-70 %) est compensée par une fine structuration d'origine en partie biologique (termite), sur tout le profil, alors qu'en surface la bonne structure actuelle de l'horizon humifère est due aussi à la végétation graminéenne de la savane.

En effet, celle-ci par son enracinement, bâtit une bonne structure, va chercher en profondeur les éléments minéraux qui lui sont nécessaires. Ils sont réincorporés en surface lors du dépérissement des herbes (*cycle biologique*). La décomposition de cette matière organique ligneuse, enrichit le sol en *humus* stockable. La teneur moyenne en matière organique est de 2,7 % et le C/N moyen de 14,8.

Ces propriétés sont favorables aux diverses cultures envisagées. L'*arachide* malgré la forte teneur de ces sols en argile, doit se comporter normalement vu les conditions présentes. Du fait de la structure, la pénétration des *gynophores* ne doit pas dans l'immédiat poser de problèmes, ni l'arrachage des gousses, que ce soit en sec ou en humide.

La stabilité structurale de l'horizon superficiel est dans les conditions naturelles très bonne. L'indice d'HENIN : I_s pour les cinq échantillons analysés est bien inférieur à 1 (moyenne 0,45). MOREL et QUANTIN sur des sols voisins estiment que lorsque $I_s = 1$, les phénomènes dus à la battance apparaissent (croûte, placage), et pour $I_s \geq 1,8$ la dégradation de la structure est importante et néfaste pour les cultures.

Les analyses chimiques ne permettent pas de prévoir les doses d'engrais, par contre elles peuvent servir à mettre en évidence certaines *carences* ou *toxicité* actuelles, en éléments importants ou même de les prévoir dans l'avenir.

2.2.1. L'horizon humifère est caractéristique des sols de savane : forte teneur en matière organique, rapport C/N élevé ; faible teneur en base (4,8 méq/100 g) (1) ; pH acide (5,7) ; complexe absorbant faible (T = 10,1 méq/100 g à pH 7). Les teneurs en *phosphore total* sont relativement élevées 550 ppm, par contre une très faible partie de ce phosphore est assimilable : 18 ppm.

Ce chiffre est bien inférieur aux seuils de carence établis récemment par P. ROCHE, pour des sols voisins : 50 à 90 ppm de phosphore assimilable (méthode d'OLSEN). Cette méthode permet pourtant d'extraire en partie le phosphore lié à l'aluminium. Dans ces sols riches en oxyhydroxydes de fer et d'aluminium, une grande proportion du phosphore leur est liée, assez énergiquement et n'est plus disponible pour la plante. La carence est relative. Le pouvoir fixateur pour le phosphore reste élevé et l'apport de phosphates peut ne pas marquer les cultures dans un premier temps.

En ce qui concerne le *potassium*, les valeurs absolues observées sont faibles mais correctes (0,23 méq/100 g) ; on ne peut parler ni de carence ni de carence relative (K représente 5,5 % des bases échangeables).

La teneur en *aluminium échangeable* est faible, les valeurs fluctuent entre 0,01 et 0,24 méq/100 g, ces chiffres comparés aux valeurs T de la capacité d'échange à pH 7, ou à la somme des bases S indices de MOHR ou de KAMPRATH) ne soulèvent pas de problèmes.

2.2.2. L'horizon intermédiaire (en moyenne de 15 à 60 cm) présente des caractéristiques chimiques bien différentes qui nous permettront d'éviter certaines conclusions que l'on pourrait formuler en ne tenant compte que de l'horizon superficiel.

Cet horizon très rouge est néanmoins organique ; la teneur en matière organique est moyenne (1,2 %). Le C/N plus bas (11,3) indique une minéralisation meilleure.

La quantité de bases échangeables est faible (1,8 méq/100 g) ; le pH devenant un peu plus acide (5,4). La valeur du complexe absorbant (T = 7,5 méq/100 g) suit la baisse de la matière organique.

Les teneurs en *phosphore total* restent correctes (461 ppm), par contre la fraction assimilable 5 à 15 ppm présente une chute plus forte ; la carence est plus prononcée.

La quantité de *potassium* échangeable est très faible (0,04 méq/100 g), la carence en cet éléments peut être considérée comme totale.

(1) Valeurs moyennes.

Les teneurs en *aluminium échangeable* sont bien plus élevées que dans l'horizon humifère (0,2 à 0,8 méq/100 g*.).

L'indice de MOHR ($M = \frac{AL}{T} 100$) varie entre 2 et 11 (valeur la plus élevée 15,7).

L'indice de KAMPRATH ($m = \frac{AL}{S + AL} 100$) varie entre 7,7 et 37 (valeur la plus élevée 40,8).

Si l'on se réfère à MOHR, ces résultats ne poseraient pas encore de problèmes. Certaines valeurs de l'indice de KAMPRATH pour plusieurs horizons si l'on tient compte des travaux de PIERI, seraient par contre élevées**.

Cet auteur fixé à $m = 30$ le seuil de toxicité pour le rhizobium,
et à $m = 50$ le seuil de toxicité pour l'*arachide*.

Pour le *maïs* et le *riz pluvial* les niveaux sont voisins ($m = 45$ à 55). La sensibilité du *sésame* n'est pas connue. La majorité des plantes fourragères tropicales est peu sensible.

En résumé, de l'horizon humifère à l'horizon intermédiaire les caractéristiques importantes sont :

- La forte chute des bases échangeables et surtout du potassium,
- L'augmentation très forte de la teneur en aluminium échangeable.

De tous les profils analysés, seul le profil n° 26 correspondant à un sol jaune à caractères hydromorphe présente du point de vue analytique des résultats extrêmes. La teneur en matière organique de l'horizon humifère est peu élevée; la somme des bases échangeables est faible surtout dans le premier horizon; les teneurs en phosphore total sont inférieures aux autres profils. Par contre, la quantité d'aluminium échangeable y atteint le niveau le plus élevé.

2.2.3. La *dégradation* des sols lors de la mise en culture

Ces divers résultats permettent de dégager les problèmes importants actuels ou potentiels.

L'horizon humifère en équilibre avec la végétation de la savane présente des caractéristiques physico-chimiques actuelles favorables pour les spéculations envisagées. La mise en culture va provoquer le plus normalement du monde la dégradation de cet horizon qui se traduira par :

- . une augmentation du taux d'instabilité structurale (dégradation de

* Toutes les fourchettes citées correspondent aux valeurs moyennes, plus ou moins l'écart-type.

** 4 horizons sur 10 présentent des valeurs pour m comprises entre 30 et 45.

la structure)

- . une diminution de la teneur en matière organique.
- . une baisse du taux de bases échangeables.
- . un risque d'acidification.
- . une élévation de la quantité d'aluminium échangeable.

La carence en potassium apparaîtra à la longue ainsi que la toxicité aluminique. Ces deux caractères sont par contre affirmés dans l'horizon intermédiaire, qui est celui qui doit servir à étayer notre réflexion quant à la conduite des cultures car il évoque le niveau de fertilité de base du matériau. L'horizon humifère de surface correspondant à un équilibre sol-végétation de savane.

2.3. Adaptation des plantes entre elles en fonction des conditions locales et des problèmes liés à la culture mécanisée :

Les recherches récentes en agronomie tropicale ne permettent pas de donner des conclusions définitives, ni des recettes sûres. Néanmoins, ces dernières années, certains problèmes très controversés commencent à recevoir un début de clarification, sans malheureusement que l'on soit parvenu au stade des certitudes.

2.3.1. *La dégradation de la structure des sols.*

Lors de la mise en culture c'est un phénomène normal, le problème n'est pas de l'empêcher à tout prix mais d'éviter qu'elle soit trop importante. Il faut conserver un niveau de stabilité structurale acceptable pour les cultures (I_s compris entre 1 et 1,8).

La stabilité structurale ne peut être maintenue ou améliorée dans un système basé sur les fumures minérales et le travail du sol. Certaines plantes protègent mieux le sol que d'autres lors des pluies, dont l'effet dégradant est important.

La matière organique *humifiée* permet la régénération stable de la structure. Les racines de type *fasciculées* (graminées) ont vraisemblablement une double action favorable ; d'une part elles favorisent la division des agrégats, d'autre part elles produisent des exsudats riches en polysaccharides qui ont un pouvoir agrégatif important, mais non durable.

La paille des céréales en partie *lignifiée* a un coefficient d'humification d'au moins 15 %, alors que pour la matière verte ce coefficient est nul. Il y a décomposition, puis réorganisation de la matière organique de

la paille, avec formation d'humine, dont les fractions jeunes favorisent la stabilité de la structure.

Le labour et l'enfouissement d'engrais verts peuvent avoir un effet améliorant pour la structure, mais cet effet est très fugace et ne se manifesterait guère après quelques semaines de culture (la décomposition des engrais verts produit des polysaccharides. Seule la jachère graminéenne est capable en quelques années de refaire la structure du sol et de reconstituer le taux d'humus (I_s voisin de 1)).

La culture de *Stylosanthes* mal conduite (pas de coupe ni de paturage) a un effet dégradant sur la structure.

2.3.2. Les précédents culturaux

la jachère si elle a un effet bénéfique sur la structure, provoque par contre après son enfouissement des modifications de la vie microbienne du sol du fait de l'apport brutal de matière végétale fraîche. Cela se traduit par un effet dépressif sur la culture qui suit. Les engrais verts à un degré moindre peuvent provoquer le même genre de perturbations.

Le maïs s'adapterait mieux aux transformations brutales liées au défrichement et pousserait dans de bonnes conditions après tout enfouissement de matière organique.

Maïs et arachide constituent des cultures réversibles.

Le riz pluvial vient bien après l'arachide, mais c'est en général un mauvais précédent.

Nous ne possédons pas d'information en ce qui concerne le sésame qui semble bien convenir après l'arachide.

2.3.3. Les opérations culturales envisageables

Les labours permettent une augmentation de la porosité sensible en début de cycle favorisant la germination et l'enracinement. Etant donné l'état physique des sols, il ne semble pas utile d'envisager un travail profond, ni brutal. Il faut éviter de former une semelle ; une préparation grossière permet de lutter contre les adventices et limite les risques de battance. L'arachide lève mal lorsque le sol est dégradé en surface (croûte de battance) ; ce problème se posant surtout lors de la culture en second cycle.

L'enfouissement des résidus de récolte : L'enfouissement des pailles de graminées (riz, maïs) apporte au sol autant de matière végétale que l'enfouissement d'un engrais vert ; par contre cette matière organique lignifiée a un effet améliorant plus durable sur la structure du sol et sur son niveau organique.

L'enfouissement des *fanés d'arachide* est une pratique à éviter car elle provoque une baisse du pH. Les *matières vertes* en général auraient la même propriété.

Rappelons que l'enfouissement d'une jachère provoque un effet dépressif sur la culture qui suit.

Amendements et engrais :

L'acidité des sols n'est pas un problème immédiat mais il risque de se poser à la longue. Aussi est-il nécessaire de la prévoir en utilisant des *engrais non acidifiants*, c'est à dire que les sels d'acides forts sont à éviter (sulfates, chlorures, dont l'acidité est résiduelle).

Le chaulage n'est donc pas une nécessité immédiate bien que l'arachide soit une plante assez exigeante en *calcium* (le déficit calcique joue sur la qualité de la graine), par contre un *phosphatage de fond* (phosphate naturel tricalcique) est une opération intéressante dans ces sols moyennement acides. Cette pratique n'excluant pas l'apport d'engrais phosphatés solubles s'ils s'avèrent nécessaires.

Un phosphatage de fond peut servir à lutter contre les risques de *toxicité aluminique* de deux façons : l'anion phosphate est un complexant de l'aluminium et le calcium permet de maintenir un pH pas trop acide, l'aluminium échangeable apparaît en grande quantité lorsque le pH s'abaisse.

3 - LES SYSTEMES DE CULTURES

Deux spéculations sont imposées : *arachide* et *sésame*.

L'élevage est envisagé pour utiliser une partie des terres non concernées par les cultures principales, ainsi que des tourteaux produits par l'huilerie. Une production de fumier bénéfique pour les cultures principales est donc possible.

Deux systèmes peuvent être préconisés :

3.1. Un système intensif, sans repos des soles de culture. Une bonne rotation est à trouver, maintenant une structure correcte avec *alternance graminées, plantes oléagineuses*; les pailles de graminées étant enfouies, les fanés d'arachide servent à nourrir le bétail.

3.2. Un système semi-intensif : la phase de repos correspondant à une *sole fourragère* fauchée pour nourrir le bétail, ou bien une *prairie artificielle* paturée par les troupeaux. Dans les deux cas, la végétation doit être mixte ; l'association *Stylosanthes (Gracilis) - Melinis (Minutiflora)* est bien adaptée aux conditions locales. Dans ces conditions, l'alternance graminée-plante oléagineuse n'est plus nécessaire, néanmoins la *graminée* doit rester dans la rotation en *tête d'assolement*. Cette rotation pouvant être renouvelée avant la phase "de repos" en fonction du niveau de fertilité

(physique et chimique).

Un système performant ne pourra être proposé qu'après une période expérimentale intensive permettant de suivre le sol (stabilité structurale, pH, bases échangeables, matière organique, aluminium échangeable). Il n'est pas nécessaire de remonter immédiatement très haut le pH, mais d'adapter les apports en fonction de la culture, l'arachide étant parmi les spéculations envisagées, la plante la plus sensible à la *toxicité aluminique* et aux faibles teneurs en *calcium* échangeable. Problèmes qui risquent de se poser étant donné les propriétés de l'horizon intermédiaire. Celui-ci devant être considéré comme le niveau de base du point de vue fertilité chimique.

L'effet négatif possible du piétinement du sol par les bovins lors du paturage des prairies devra être étudié.

- BACHELIER (G.) - CURIS (M.) - MARTIN (D.) - Les sols des savanes du Sud-Cameroun. Conferencia Internacional dos Africanistas Acidentais. C.I.A.O. S.TOME 1956.
- BOYER (J.) - Les sols ferrallitiques, première partie : les facteurs physiques de la fertilité. 1975, Ronéo - ORSTOM.
- BOYER (J.) - L'aluminium échangeable : incidences agronomiques, évaluation et correction de sa toxicité dans les sols tropicaux. Cah. ORSTOM. Sér. Pédologie, Vol XIV n° 4 - 1976, pp. 259-270.
- BOYER (Ph.) - Les différents aspects de l'action de certains Bellicositermes sur l'évolution des sols des savanes Oubanguiennes (RCA). Annales des Sciences naturelles, Zoologie et biologie animale. 12^e série. T. 15, fascicule 3-1973 - T. 17, fascicules 3 et 4 1975. MASSON éditeur.
- CHAUVEL (A.) - FAUCK (R.) - Sur la mise en évidence et la caractérisation d'un horizon B dit "de comportement" dans les sols rouges de Casamance. CRAS. T. 269, 24 Nov. 1969 - série D.
- C.I.E. H. - Planification des ressources en terre et eau pour les zones de savane 1977.
- GAZEL (J.) - GERARD (G.) - Notice explicative sur la feuille BATOURI-Est. Carte géologique de reconnaissance à l'échelle du 1/500 000 - 1954.
- HAVARD-DUCLOS (B.) - Les plantes fourragères tropicales 1967. GP MAISONNEUVE et LAROSE.
- LETOUZEY (R.) - Etude phytogéographique du Cameroun. 1966. ANDOSONIA.
- MARTIN (D.) - Géomorphologie et sols ferrallitiques dans le centre Cameroun. Cah. ORSTOM. Sér. Pédologie. Vol V. n° 2 - 1967. pp. 189-218.
- MOREL (R.) - QUANTIN (P.) - Observations sur l'évolution à long terme de la fertilité des sols cultivés à GRIMARI (Centre Afrique). L'Agronomie Tropicale. Vol. XXVII - 1972 - pp. 667-739.
- N'SANGOU-AROUNA - Viabilité de la petite production agricole au Cameroun. Le cas du tabac dans la région de BATOURI (province de l'Est). 1978.
- PIERI (C.) - Premiers résultats expérimentaux sur la sensibilité de l'arachide à la toxicité aluminique. L'Agronomie Tropicale. 1974 - 29, 6-7, pp. 685-696.
- RAUNET (M.) - Importance et interactions des processus géochimiques, hydrologiques et biologiques (termites) sur les surfaces d'aplanissement tropicales granito-gneissiques (exemple au KENYA Occidental). L'Agronomie Tropicale, Vol. XXXIV n° 1, pp. 40-53. Janv.-Fév. 1979.

ROCHE (P.) - GRIERE (L.) - BABRE (D.) - CALBA (H.) et FALLAVIER (P.) - La carence en phosphore des sols intertropicaux et ses méthodes d'appréciation, Bull. AFES 1978, n° 4, pp. 251-268.

SEGALEN (P.) - Les sols et la géomorphologie du Cameroun. Cah. ORSTOM, Sér. Pédol., Vol. V, n° 2, 1967, pp. 137-188.

VALERIE (M.) - Contribution à l'étude des sols du Centre Sud-Cameroun. ORSTOM. 1973.